

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-039193

(43)Date of publication of application : 12.02.2003

(51)Int.Cl. B23K 35/26
C22C 13/00(21)Application number : 2001-367169 (71)Applicant : QUANTUM CHEMICAL TECHNOLOGIES
(SINGAPORE) PTE LTD
SINGAPORE ASAHI CHEM & SOLDER IND
PTE LTD(22)Date of filing : 30.11.2001 (72)Inventor : CHUU KAI FUA
WEI CHIH PAN

(30)Priority

Priority number : 2001 4071 Priority date : 09.07.2001 Priority country : SG

(54) SOLDERING MATERIAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a soldering material provided with an excellent characteristics as the soldering material with respect to wettability, fluidity, fillet exfoliation, copper solubility rate, impurity content, etc., and substantially not containing lead.

SOLUTION: The soldering material substantially not containing the lead consists of 88.5-93.5% tin, 3.5-4.5% silver, 2.0-6.0% indium, and 0.3-1.0% copper. This soldering material may contain 0.5% at the maximum of an anti-oxidant or an additive for retardation of skin forming. This soldering material is in particular useful in a process of wave soldering used as the direct alternative for the conventional tin lead soldering material.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-39193

(P2003-39193A)

(43)公開日 平成15年2月12日(2003.2.12)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ド*(参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A
C 2 2 C 13/00		C 2 2 C 13/00	

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-367169(P2001-367169)
(22)出願日 平成13年11月30日(2001.11.30)
(31)優先権主張番号 2 0 0 1 0 4 0 7 1 - 6
(32)優先日 平成13年7月9日(2001.7.9)
(33)優先権主張国 シンガポール (S G)

(71)出願人 501262363
クウォンタム・ケミカル・テクノロジーズ
(シンガポール) ビーティーイー・リミテ
ッド
シンガポール国609288、パンダン・ロード
47
(74)代理人 230101177
弁護士 木下 洋平 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 はんだ材

(57)【要約】

【課題】 めれ性、流動性、隅肉剥離、銅溶解率、不純物成分等の点において、はんだ材としてのすぐれた特性を具えた、実質的に鉛無含有のはんだ材を提供すること。

【解決手段】 実質的に鉛無含有のはんだ材は、88.5%から93.5%までの錫、3.5%から4.5%までの銀、2.0%から6.0%までのインジウム、及び0.3%から1.0%の銅からなる。このはんだ材は、抗酸化剤又はスキ形成遅延のための添加物を最大0.5%含んでもよい。このはんだ材は、従来の錫/鉛はんだ材の直接的代替として使用される、ウェーブはんだ付けの工程において特に有用である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 88.5%から93.2%までの錫、3.5%から4.5%までの銀、2.0%から6%までのインジウム、及び0.3%から1%までの銅からなる、実質的に鉛無含有のはんだ材。

【請求項2】 抗酸化剤又はスキン形成遅延の添加物を最大0.5%まで含む、請求項1のはんだ材。

【請求項3】 前記添加物がリン、又は別の非金属の化合物若しくは元素である、請求項2のはんだ材。

【請求項4】 91.3%の錫、4.2%の銀、4.0%のインジウム、及び0.5%の銅からなる、請求項1のはんだ材。

【請求項5】 91.39%の錫、4.1%の銀、4.0%のインジウム、0.5%の銅、及び、0.01%のリンからなる、請求項1から3のいずれかのはんだ材。

【請求項6】 はんだ材中の錫の割合が88.5%から93.2%までで、前記はんだ材中の銀の割合が3.5%から4.5%までで、前記はんだ材中のインジウムの割合が2.0%から6%までで、且つ、前記はんだ材中の銅の割合が0.3%から1.0%までにあるように、錫、銀、インジウム、及び銅を混合する工程からなる、実質的に鉛無含有のはんだ材を調製する方法。

【請求項7】 前記はんだ材混合物中に抗酸化剤又はスキン形成遅延の添加物を最大0.5%まで含む、請求項6の方法。

【請求項8】 前記添加物がリン、又は別の非金属の化合物若しくは元素である、請求項7の方法。

【請求項9】 前記はんだ材中の錫の割合が91.3%で、前記はんだ材中の銀の割合が4.2%で、前記はんだ材中のインジウムの割合が4%で、且つ、前記はんだ材中の銅の割合が0.5%であるように、錫、銀、インジウム、及び銅を混合することからなる、請求項6の方法。

【請求項10】 前記はんだ材中の錫の割合が91.39%で、前記はんだ材中の銀の割合が4.1%で、前記はんだ材中のインジウムの割合が4%で、前記はんだ材中の銅の割合が0.5%で、且つ、前記はんだ材中のリンの割合が0.01%であるように、錫、銀、インジウム、銅、及びリンを混合することからなる、請求項6から8のいずれかの方法。

【請求項11】 88.5%から93.5%までの錫、3.5%から4.5%までの銀、2.0%から6.0%までのインジウム、及び、0.3%から1.0%までの銅からなる、実質的に鉛無含有のはんだ材を使用することからなる、はんだ付け方法。

【請求項12】 抗酸化剤又はスキン形成遅延の添加物を最大0.5%まで有するはんだ材を使用することからなる、請求項11の方法。

【請求項13】 前記添加物がリン、又は別の非金属の元素若しくは化合物である、請求項12の方法。

【請求項14】 91.3%の錫、4.2%の銀、4.0%のインジウム、及び、0.5%の銅からなるはんだ材を使用することからなる、請求項11の方法。

【請求項15】 91.39%の錫、4.1%の銀、4.0%のインジウム、0.5%の銅、及び、0.01%のリンからなるはんだ材

を使用することからなる、請求項11から13のいずれかの方法。

【請求項16】 実質的に鉛無含有のはんだ材を使用するウェーブはんだ付けからなる、請求項11から15のいずれかの方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、はんだ材に、特に、実質的に鉛無含有のはんだ材に関する。多くの従来のはんだ材は、その主要な成分として鉛を含む。そのようなはんだ材は、しばしば、望ましい物理的性質を有し、鉛を含んだはんだ材の使用はプリント回路基板の生産に関するものを含む、いくつかの産業中で広まった。例えば、63%の錫と37%の鉛を含んだはんだ材は、ウェーブはんだ付けの工程で一般的に使用される。

【0002】

【従来技術及びその課題】しかしながら、例えば環境問題への配慮のため、鉛無含有はんだ材に対する要求が増加し、次の数年以内にいくつかの国において多くの品目の製造で使用されるはんだ材が殆ど又は全く鉛を含まないことが法的要件となることはあり得る。

【0003】鉛無含有はんだ材を製造する先の試みの成功は限られたものであった。従来の鉛無含有はんだ材は、貧しいぬれ特性、低流動性、既存のコンポーネント（構成要素）コーティングとの不十分なコンパチビリティ及び過度の不純物(drossing)を含む、全体として、望ましくない物理的性質を有する。鉛無含有はんだ材の使用において認識されている特定の問題は、プリント回路基板における貫通してメッキされた(through-plated)穴の縁のはんだ材の隅肉(fillet)が、例えば、ニッケル/金のコーティング等の基礎をなす材料から離されようとする、隅肉剥離(fillet lifting)の問題である。別の問題は、鉛無含有はんだ材は銅に対する高い溶解率を有する傾向があるという事実のために、はんだ材と接触するコンポーネント及び回路基板から、銅が鉛無含有はんだ材に吸い出されるという問題である。

【0004】その結果、いくつかの製造業は、何年も有効に機能して来た既存のはんだ付け工程が、これから鉛無含有はんだ材の使用に適応できるように大幅に変更しなければならないことを懸念している。さらに、プリント回路基板の生産で使われる既存の材料は、鉛無含有はんだ材の使用とコンパチビリティがあるように取替えられる必要もあり得る。この工程と材料の適合は、資源を十分に使用しないものと広く評価されるものであり、特に、公知の鉛無含有はんだ材を使用して製造された製品の規格は、上述のように、しばしば、従来の鉛を含んだはんだ材を使用した場合の規格よりかなり劣っている。

【0005】

【発明の目的】従来の鉛を含んだはんだ材の直接的代替として有用な鉛無含有はんだ材を提供することが本発明

の目的である。

【0006】

【課題を解決するための手段】従って、本発明の1つの観点では、88.5%から93.2%までの錫、3.5%から4.5%までの銀、2.0%から6.0%までのインジウム、及び0.3%から1.0%までの銅からなる、実質的に鉛無含有のはんだ材が提供される。また、本発明を具体化するはんだ材は、リン、又は別の非金属の化合物や元素等の抗酸化剤(anti-oxidant)又はスキン形成遅延(anti-skinning)の添加物を0.5%まで含んでもよい。「スキン形成遅延」とは、はんだの表面にスキンが形成されるのを遅らせ、スキン形成の前に、はんだが基質を十分にぬらして基質に接合するようにすることである。好適実施形態では、はんだ材は、91.3%の錫、4.2%の銀、4.0%のインジウム、及び0.5%の銅を含む。別の好適実施形態では、はんだ材は、91.39%の錫、4.1%の銀、4.0%のインジウム、0.5%の銅、及び0.01%のリンを含む。

【0007】本発明の別の観点では、はんだ材中の錫の割合が88.5%から93.2%で、はんだ材中の銀の割合が3.5%から4.5%で、はんだ材中のインジウムの割合が2.0%から6.0%で、はんだ材中の銅の割合が0.3%から1.0%であるように、錫、銀、インジウム、及び銅を混合することからなる、実質的に鉛無含有のはんだ材を調製する方法が提供される。本発明のはんだ材を調製する方法は、はんだ材混合物中、抗酸化剤又はスキン形成遅延のための添加物を最大0.5%含むことを含んでもよい。本発明のはんだ材を調製する好適な方法は、はんだ材中の錫の割合が91.3%で、はんだ材中の銀の割合が4.2%で、はんだ材中のインジウムの割合が4.0%で、はんだ材中の銅の割合が0.5%であるように、錫、銀、インジウム、及び銅を混合することからなる。本発明のはんだ材を調製する別の好適な方法は、はんだ材中の錫の割合が91.39%で、はんだ材中の銀の割合が4.1%で、はんだ材中のインジウムの割合が4.0%で、はんだ材中の銅の割合は0.5%で、はんだ材中のリンの割合が0.01%であるように、錫、銀、インジウム、銅、及びリンを混合することからなる。

【0008】本発明のさらなる観点は、88.5%から93.5%までの錫、3.5%から4.5%までの銀、2.0%から6.0%までのインジウム、及び0.3%から1.0%の銅からなる、実質的に鉛無含有のはんだ材を使用することからなるはんだ付け方法を提供する。前記方法は、91.3%の錫、4.2%の銀、4.0%のインジウム、及び0.5%の銅からなるはんだ材を使用することからなるのが好適である。前記方法は、91.39%の錫、4.1%の銀、4.0%のインジウム、0.5%の銅、及び0.01%のリンからなるはんだ材を使用することからなる都合がよい。前記方法は、実質的に鉛無含有であるはんだ材を使用するウェーブはんだ付けからなると有利である。

【0009】本発明がより容易に理解されるように、その具体例が、添付図面を参照して、説明される。

【0010】上述のように、鉛を含んだ従来のはんだ材と比べると、従来の鉛無含有はんだ材は、食しいぬれ特性、低流動性、既存のコンポーネントコーティングとの不十分なコンパチビリティ、隅肉剥離、高い銅溶解率、及び過剰な不純物を含むといういくつかの不利益を有する。

【0011】しかしながら、公知の鉛無含有はんだ材と比べると、本発明を具体化し、88.5%から93.2%までの錫、3.5%から4.5%までの銀、2.0%から6.0%までのインジウム、0.3%から1.0%までの銅、及び0.5%までのリン又は非金属の化合物又は元素等の抗酸化剤又はスキン形成遅延のための添加物からなる鉛無含有合金で構成されるはんだ材は、十分に改良された特性を有する。実際に、本発明を具体化するはんだ材の特性は、ぬれ性、流動性、既存のコンポーネントコーティングとのコンパチビリティ、隅肉剥離、銅溶解率、及び不純物に関して、従来の鉛を含んだはんだ材に匹敵している。

【0012】本発明を具体化するはんだ材の有利な特性を示すために、5つのテストが、以下で説明されるように実施された。これらのテストは、ここでは合金349と呼ばれ、91.39%の錫、4.2%の銀、4.0%のインジウム、0.5%の銅、及び0.01%のリンからなる、本発明のはんだ材の好適実施形態に関して実施された。

【0013】テスト1:ぬれ性

第1のテストは、公知のはんだ材から選ばれたもの、すなわち、8つの既存の鉛無含有はんだ材と従来の鉛を含んだはんだ材の試料と比べる、本発明を具体化するはんだ材の試料のぬれ性に関するものであった。9つの公知のはんだ材は、以下のとおりであった。

1. 63%の錫、37%の鉛の構成の鉛を含んだはんだ材。
2. 99.3%の錫、0.7%の銅の構成の第1の鉛無含有はんだ材。
3. 96.5%の錫、3.5%の銀の構成の第2の鉛無含有はんだ材。
4. 88.3%の錫、3.2%の銀、4.5%の蒼鉛、4.0%のインジウムの構成の第3の鉛無含有はんだ材(ここではバイロメット(Viromet) 217と呼ばれる)。
5. 92%の錫、2%の銅、3%の銀、3%の蒼鉛の構成の第4の鉛無含有はんだ材(ここでは、バイロメット(Viromet) 411と呼ばれる)。
6. 92.8%の錫、0.7%の銅、0.5%のガリウム、6%のインジウムの構成の第5の鉛無含有はんだ材(ここではバイロメット(Viromet) 513と呼ばれる)。
7. 93.5%の錫、3.5%の銀、3.0%の蒼鉛の構成の第6の鉛無含有はんだ材。
8. 95.5%の錫、4.0%の銀、0.5%の銅の構成の第7の鉛無含有はんだ材。
9. 96.0%の錫、2.5%の銀、1.0%の蒼鉛、0.5%の銅の構成の第8の鉛無含有はんだ材。

【0014】第1のテストの第1の観点は、ANSI/J Std

-003規格に基づいて、235°Cから265°Cまでの様々な温度におけるぬれ時間の測定からなる。このテストにおいて、銅の試料が、或る量の各溶融状態のはんだ材に浸された。力計測装置が銅の試料に接続され、試料に作用する垂直な力が測定され記録されるように配置された。

【0015】溶融状態のはんだ材へ浸されている間、銅の試料への垂直な力の変化は、2つの主要素による。これらの1番目である浮力は、試料によって排除されたはんだ材の重さと等しい、はんだ材の排除によって試料に及ぼされる上向きの力から生じた。はんだ材に浸された試料の部分の容積、及び、はんだ材の密度は既知であるから、この上向きの力は、計算によって求めることができる。

【0016】第2の要素は、はんだ材の表面と試料の表面との間の接触角の変化によって試料に作用する力である。各特定の場合における「ぬれ時間」は、試料に作用するぬれ力(wetting force)がゼロに等しくなるために要する時間、として定義された。

【0017】第1のテストの第1の観点の結果は、図1に示されている。要するに、本発明を具体化するはんだ材は、各温度において、従来の鉛を含んだはんだ材によって示されたものに匹敵する、ぬれ時間を示した。さらに、本発明を具体化するはんだ材は、その他の鉛無含有はんだ材のいずれもによって示されたものより全体的に低いぬれ時間を示した。前記ぬれ時間は、はんだ材が基質に付着する速度の測定であり、そして、低ぬれ時間は、はんだ材にとって明確に望ましい特性である。従って、本発明を具体化するはんだ材は、全体的に見て、第1のテストの第1の観点において既存の鉛無含有はんだ材のいずれのものよりも良く機能することがわかる。

【0018】第1のテストの第1の観点の結果は、図2に、グラフの形で示されている。このグラフから、その他の鉛無含有はんだ材の能力を表すものと比べると、従来の鉛を含んだはんだ材と本発明を具体化するはんだ材の能力を表す結果が、互いに非常に密接に追従していることがわかるであろう。

【0019】第1のテストの第2の観点は、各はんだ材の試料が浸された後2.0秒における最大ぬれ力の測定からなる。ぬれ力は、上記で説明されたように、はんだ材と試料の間の粘着力である。このぬれ力は、はんだ材が基質に固着する強度の役立つ示度を明確に提供するものであり、高いぬれ力は、はんだ材にとって望ましい特性である。

【0020】第1のテストの第2の観点の結果は、図3に示されている。これらの結果を要約すると、本発明を具体化するはんだ材は、各考慮された温度において、いくらか低いかとも、従来の鉛を含んだはんだ材によって示されるものに匹敵する、試料が浸された後2.0秒での最大ぬれ力を示した。既存の鉛無含有はんだ材のいくつか、いくつかの温度において、従来の鉛を含んだは

んだ材のものに近いぬれ力を示したが、バイロメット(Viromet)217は、僅かにより良好な全体的な結果を示し、本発明のはんだ材は、考慮された温度のすべてにおいて、従来の鉛を含んだはんだ材のものと近いぬれ力を示した。本発明を具体化するはんだ材の特性は、本発明のはんだ材に、様々な温度条件の下で、又は、変化する温度条件の下ではんだ付けが行なわれる場合に、従来の鉛を含んだはんだ材と同様の挙動をさせることになる。

【0021】第1のテストの第2の観点の結果は、本発明を具体化するはんだ材に対する結果が、その他の鉛無含有はんだ材を示すものの少なくとも最良のものと同じくらい密接に従来の鉛を含んだはんだ材に近く、図4にグラフの形で示されている。

【0022】第1のテストの結果から、本発明を具体化するはんだ材が、ぬれ性に関して、従来の鉛を含んだはんだ材と非常に似た特性を示すのが理解される。物理的性質におけるこの類似性のために、従来の鉛を含んだはんだ材の代替としての使用に適したものになることは明らかである。

【0023】テスト2:機械的性質

第2のテストは、従来の鉛を含んだはんだ材の機械的性質と本発明のはんだ材の機械的性質を比較した。この第2のテストでは、様々な機械的なテストが、合金349である、本発明を具体化するはんだ材と、構成が63%の錫/37%鉛の従来の鉛を含んだはんだ材及び以下の構成の7つのその他の既存の鉛無含有はんだ材と比較して、ASTM規格に従って実施された。

1. 第1の鉛無含有はんだ材:99.3%の錫;0.7%の銅
2. 第2の鉛無含有はんだ材:96.5%の錫;3.5%の銀
3. 第3の鉛無含有はんだ材(ここではViromet 217と呼ばれる。):88.3%の錫;3.2%の銀;4.5%の鍍鉛;4.0%のインジウム
4. 第4の鉛無含有はんだ材(ここではViromet HFと呼ばれる。):92.8%の錫;0.7%の銅;0.5%のガリウム;6%のインジウム
5. 第5の鉛無含有はんだ材:93.5%の錫;3.5%の銀;3.0%の鍍鉛
6. 第6の鉛無含有はんだ材:95.5%の錫;4.0%の銀;0.5%の銅
7. 第7の鉛無含有はんだ材:96%の錫;2.5%の銀;0.5%の銅;1.0%の鍍鉛

【0024】第2のテストの第1の観点は、テストの下ではんだ材の溶融温度、熱膨張率(CTE)、及び比重(SG)を決定することを含んだ。第2のテストのこの第1の観点の結果は、図5に表にされ、図6にグラフの形で示されている。表とグラフから理解されるように、本発明の合金349のはんだ材は、従来の鉛を含んだはんだ材の非常に近い熱膨張係数を有するので、既存のコンポーネント及び基板との間のインコンパチビリティの如何なる可能性も顕著に減少させることが立証された。

【0026】第2のテストの第2の観点は、様々なはんだ材の引張強度、最大負荷での負荷、降伏強度、及びヤング率を測定することであった。これらのテストの結果は図7の表にすべて表され、図8はグラフ的に各合金の引張強度と降伏強度を示す。

【0027】図7と8からわかるように、このテストの結果は、本発明を具体化する合金349のはんだ材が、従来の鉛を含んだはんだ材と比べると、より良い強度と、より良いヤング率を有し、その結果、この発明の合金で作られた隅肉接合(fillet joints)が、従来の鉛を含んだはんだ材から作られた接合よりもはるかに強くなり得ることを示している。

【0028】テスト3:隅肉剥離

様々な産業における増加している鉛無含有はんだ材の使用は、鉛無含有はんだ材が、OSPとニッケル/金のコーティングの両方を使用している、貫通してメッキされた穴を具えたプリント回路基板において使用されると、隅肉剥離が起こる傾向があることを示している。

【0029】第3のテストでは、そのような隅肉剥離の発生は、鉛無含有はんだ材から選ばれたもの、すなわち、本発明を具体化する合金349のはんだ材と、以下の6つの既存の鉛無含有はんだ材に対してテストされた。

1. 第1の鉛無含有はんだ材: Viromet 217
2. 第2の鉛無含有はんだ材: 92.3%の錫; 3.2%の銀; 0.5%の鍍鉛; 4.0%
3. 第3の鉛無含有はんだ材: 89.8%の錫; 3.2%の銀; 1.0%の鍍鉛; 6.0%のインジウム
4. 第4の鉛無含有はんだ材: 88.8%の錫; 3.2%の銀; 2.0%の鍍鉛; 6.0%のインジウム
5. 第5の鉛無含有はんだ材: 94.5%の錫; 4.0%の銀; 0.5%の銅; 1.0%の鍍鉛
6. 第6の鉛無含有はんだ材: 96.5%の錫; 3.5%の銀。

【0030】この第3のテストの結果は、図9、10A、及び10Bで図示され、図9は、表の形でその結果を示している。図10Aと10Bは、それぞれ、ニッケル/金とOSPコーティングで、本発明を具体化する合金349のはんだ材を使用して形成された隅肉接合の、2つの異なった縮尺の顕微鏡写真を示す。これらの結果は、本発明を具体化するはんだ材の使用が、プリント回路基板のOSPとニッケル/金でコーティングされた貫通穴において、隅肉剥離の欠陥をなくすことを可能にすることを明確に示している。

【0031】テスト4:銅の溶解率

第4のテストは、本発明を具体化する鉛無含有はんだ材と従来の鉛を含んだはんだ材(63%の錫/37%の鉛)と以下の3つの既存の鉛無含有はんだ材における銅の溶解率を比較するために実施された。

1. 第1の鉛無含有はんだ材: Viromet 217
2. 第2の鉛無含有はんだ材: 99.3%の錫; 0.7%の銅
3. 第3の鉛無含有はんだ材: 95.5%の錫; 4.0%の銀; 0.

5%の銅

【0032】テストは、既知の重さのフラックスされた銅プレートを、溶けたはんだ材に浸すことによって実施され、その後、はんだ材での銅の濃度が、電磁誘導式高周波プラズマ設備を使用して測定された。それから、銅の溶解率が、はんだ材に浸される銅の重さに対して、はんだ材中で見られた銅の濃度に基づいて計算された。

【0033】この第4のテストの結果は、それぞれ、表の形とグラフの形で結果を示す、図11と12に表されている。図11と12からわかるように、本発明の合金は、従来の鉛を含んだはんだ材より僅かに高い銅の溶解率であるが、テストされた鉛無含有はんだ材の中では、最も低いほうに属する溶解率である。

【0034】テスト5:不純物

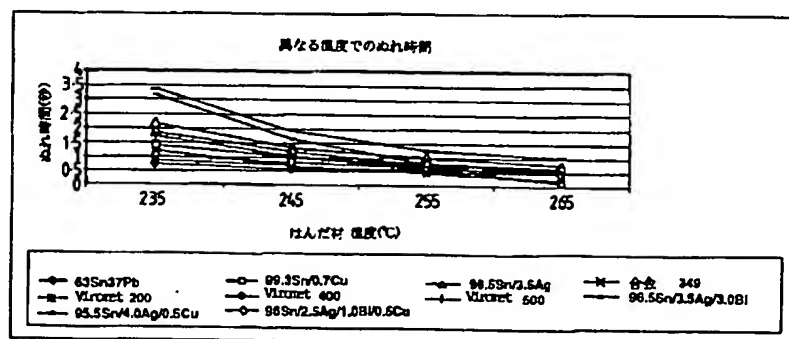
第5のテストは、ウェーブはんだ付け装置における使用への本発明のはんだ材の適性に関するものであった。ウェーブはんだ付けに関する例では、回路基板がポット内の或る量の溶融状態のはんだ材の直上で保持される。それから、波が、波の頂きが回路基板の表面と接触するのに十分な振幅であり、溶融状態のはんだ材の表面を横切って伝達されるように惹起される。波は、回路基板(又は、はんだ材付けを必要とする部分)と同じくらい広く、そして、波が溶融状態のはんだ材の表面を横切って伝達されると、回路基板の下向きの面の表面のすべての部分が溶融状態のはんだ材と接触する。

【0035】既存の鉛無含有はんだ材を使用すると、数回の使用後のポットに存在する不純物のレベルは、いくつかの場合において、容認できない程高いことが判明した。

【0036】第5のテストは、従来の63%の錫/37%の鉛のはんだ材と以下の3つのその他の既存の鉛無含有はんだ材を比較して、本発明を具体化する合金349のはんだ材を使用する際、不純物の程度を決定するために実施された。

1. 第1の鉛無含有はんだ材: Viromet 217
2. 第2の鉛無含有はんだ材: 99.3%の錫; 0.7%の銅
3. 第3の鉛無含有はんだ材: 95.5%の錫; 4.0%の銀; 0.5%の銅

【0037】このテストにおいて、テストされるはんだ材は、従来のウェーブはんだ付け装置をシミュレートした装置で、溶融状態のはんだ材のポットの中で使用された。はんだ材の使用を可能にするために、その装置に如何なる変更も加えられず、ウェーブはんだ付け装置は、従来の錫/鉛はんだ材と同様に、回路基板をはんだ付けするために使用された。ウェーブはんだ付け装置は、基板が1.4~1.8m/minの速度でポットの表面まで運ばれる状態で、245°Cのポット温度で通常の空気環境において操作された。操作の各4つの連続する15分の区切りの最後に、ポット内の不純物は、各区切りのウェーブはんだ付け工程によって作り出された不純物の量を決定する



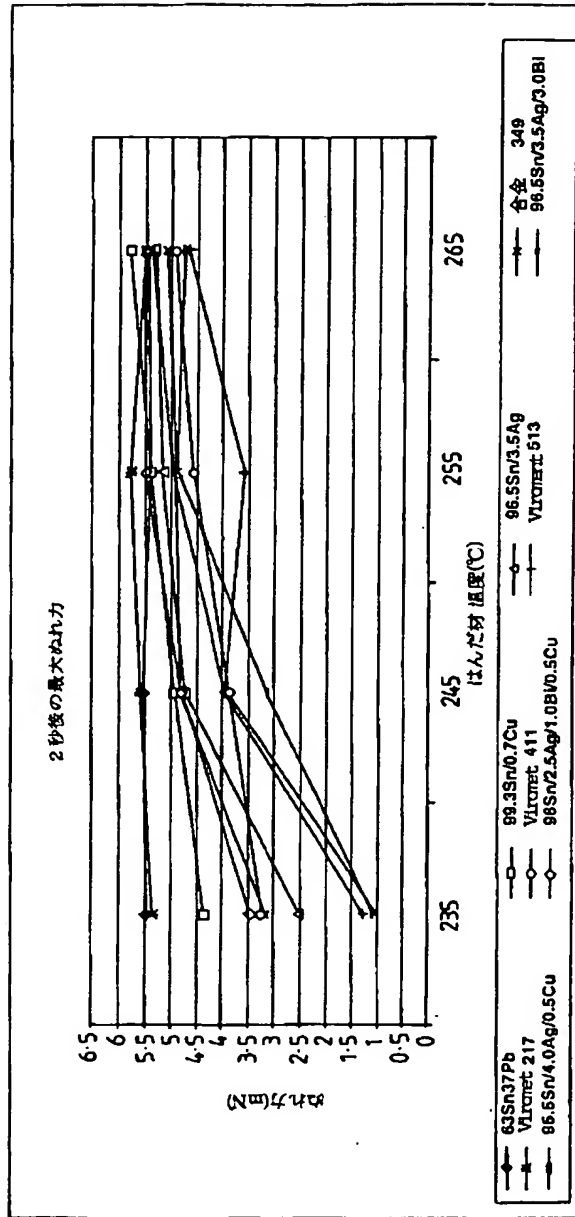
【図1】

はんだ材 温度(℃)	63Sn37Pb	99.3Sn0.7Cu	96.5Sn3.5Ag	合金 349	Vitronet 217	Vitronet 411	Vitronet 513	96.5Sn3.5Ag/3.0Bi	96.5Sn4.0Ag/0.5Cu	96.5Sn2.5Ag/3.0Bi	96.5Sn2.5Ag/1.0Bi/0.5Cu
235	0.787	1.411	2.189	1.756	0.949	1.036	1.758	3.173	3.358		1.85
245	0.606	1.034	1.352	0.716	0.781	0.889	1.072	1.659	1.946		1.235
255	0.548	0.682	1.05	0.544	0.563	0.587	0.822	0.814	1.284		0.824
265	0.48	0.165	0.74	0.244	0.478	0.496	0.597	0.653	1.048		0.648

【図3】

はんだ材 温度(℃)	63Sn37Pb	99.3Sn0.7Cu	96.5Sn3.5Ag	合金 349	Vitronet 217	Vitronet 411	Vitronet 513	96.5Sn3.5Ag/3.0Bi	96.5Sn4.0Ag/0.5Cu	96.5Sn2.5Ag/3.0Bi	96.5Sn2.5Ag/1.0Bi/0.5Cu
235	5.48	4.37	2.54	3.21	5.38	3.25	1.27	1.03	1.07		3.47
245	5.54	4.93	4.74	4.82	5.57	3.85	3.94	3.91	3.13		4.8
255	5.42	5.4	5.16	4.9	5.76	4.55	3.56	4.95	4.86		5.48
265	5.41	5.77	5.34	5.07	5.49	4.89	4.87	5.37	4.73		5.49

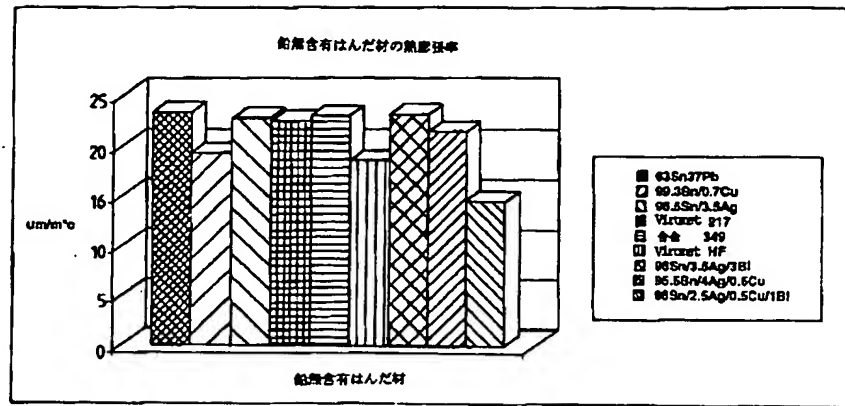
【図4】



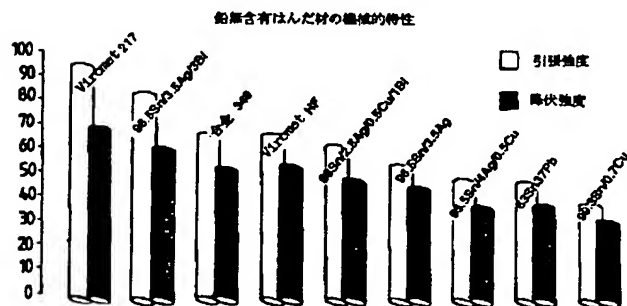
【図5】

特性	63Sn37Pb	99.3Sn0.7Cu	96.5Sn3.5Ag	合金 349	Vitronet 217	Vitronet 411	Vitronet 513	96.5Sn3.5Ag/3.0Bi	96.5Sn4.0Ag/0.5Cu	96.5Sn2.5Ag/3.0Bi	96.5Sn2.5Ag/1.0Bi/0.5Cu
融解温度(℃)	183	227	221	199-208	205-210	203-215	195-215	194-218		196-218	
熱膨張率(μm/m℃)	23.3	19.3	22.7	22.6	22.9	22.9	23.1	21.5		14.5	
比重(g/cm ³)	8.4	7.31	7.38	7.34	7.4	7.3	7.22	7.4		7.38	

【図6】



【図8】



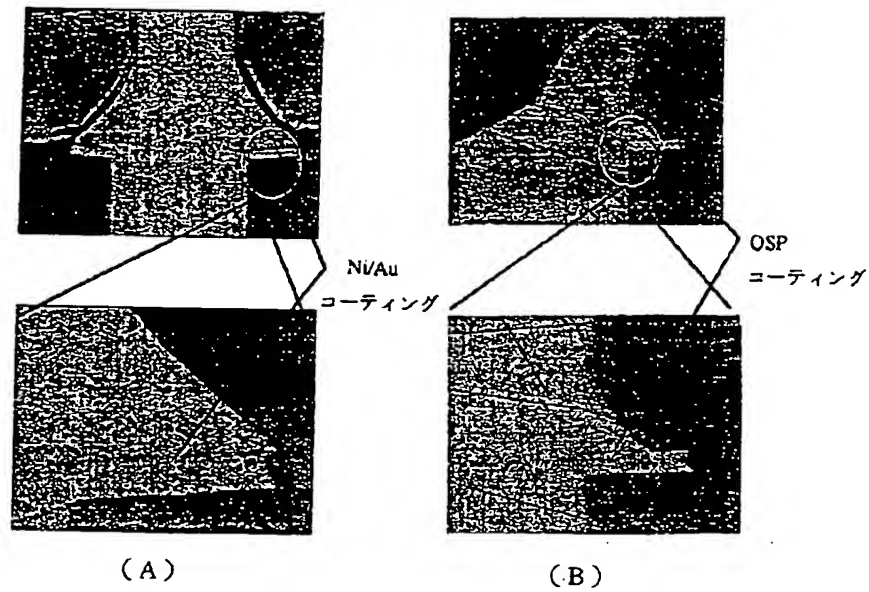
【図9】

はんだ材のタイプ	はんだ付けの方法	基板のメッキ	構成要素のタイプ	割断ポイントの数	ポイントの合計数	発生率の%
Vironet 217	ウェーブ 245/1.0	Au	ダイオード	24	24	100
			抵抗器 1	29	32	91
			抵抗器 2	27	36	75
	ウェーブ 255/1.0 浸す	Au	ダイオード	19	20	95
			抵抗器 1	37	40	92.5
			コネクタ	40	40	100
合金 349	浸す	Au	ジャンパー	22	32	69
		HASL	ジャンパー	16	24	66.7
Sn/3.2Ag/0.5Bi/41n	浸す	HASL	ジャンパー	18	24	75
Sn/3.2Ag/1Bi/61n	浸す	HASL	ジャンパー	14	20	70
合金 349	浸す	OSP	コネクタ-1	0	6	0
			抵抗器	0	22	0
			抵抗器	0	20	0
			ダイオード	0	16	0
Sn/4Ag/0.5Cu/1Bi	浸す	HASL	ジャンパー	15	24	62.5
Sn/Ag	浸す	HASL	ジャンパー	6	28	17.9

【図7】

特性	合金のタイプ									
	63Sn37Pb	99.3Sn0.7Cu	96.5Sn3.5Ag	VIMOTEC 217	合金 1A	VIMOTEC HP	96.5Sn3.5Ag/2.0Bi	95.5Sn4.0Ag0.5Cu	96Sn2.5Ag/0.8Bi0.5Cu	
引張強度	48.37	39.76	55.15	96.18	68.06	68.06	84.79	49.55	63.11	
最大負荷での 降伏強度	1.37	1.12	1.56	2.71	1.93	1.92	2.4	1.4	1.78	
降伏強度	39.53	32.79	46.39	70.58	53.89	54.93	62.34	38.28	49.26	
2%のオフセットにおける										
ヤング率	4958.91	10111.55	11437.11	11396.76	9512.28	10692.66	9958.52	11396.93	11403.57	

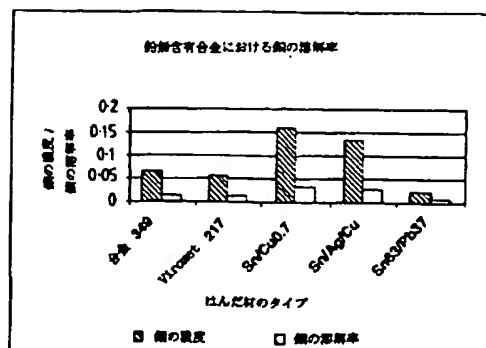
【図10】



【図11】

はんだ材のタイプ	銅の濃度(重量%)	銅の溶解率
合金 349	0.06312	0.0118406
Viramet 217	0.05506	0.0112433
Sn/Cu0.7	0.16017	0.0320858
Sn/Ag/Cu	0.13221	0.0264772
Sn63/Pb37	0.02279	0.0045627

【図12】



【図13】

はんだ合金	1	2	3	4	合計 (g/h)
Sn63/37	6.55	6.80	7.05	6.80	27.2
Vironet 217	3.8	5.50	5.60	6.90	21.80
合金 349	7.20	6.41	5.45	5.88	24.94
Sn/Cu0.7	10.36	10.71	10.70	10.10	41.87
Sn/Ag/Cu	13.95	10.95	10.50	12.85	48.06

フロントページの続き

(71)出願人 596174101

シンガポール・アサヒ・ケミカル・アン
ド・ソルダー・インダストリーズ・ピーテ
ィーイー・リミテッド

Singapore Asahi Che
mical & Solder Indu
stries Pte. Ltd.

シンガポール国 2260 バンダン・ロード

47

(72)発明者 チュー・カイ・ファ

シンガポール国530237、ハウガン・ストリ
ート21、アパートメント・ブロック237、
ナンバー09-400

(72)発明者 バン・ウェイ・チー

シンガポール国270015、ギム・モー・ロー
ド、アパートメント・ブロック15、ナンバ
ー05-33

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.